

KARBON ELYAF VE CAM ELYAF KUMAŞ İLE SARGILI BETONLARIN EKSENEL BASINÇ ALTINDA DAVRANIŞI

Handan ADIBELLİ¹, İsmail ÜNAL² ve Muhammed VARIŞLI³

¹ Bozok Üniversitesi, Yozgat

² Bozok Üniversitesi, Yozgat

³Bozok Üniversitesi, Yozgat

ABSTRACT

The experimental behaviour of concrete cylinders confined with carbon fiber reinforced polimer (CFRP) fabric and glass fiber reinforced polimer(GFRP) fabric is presented in this paper. Three different concrete classes of C20, C50, and C80 and two different wrap thicknesses ; 1,2 and two types of fabric (CFRP, GFRP) were used as the variables. Fortyfive specimens (150x300mm) were subjected to axial compression .Load, axial strain and lateral strain of concrete were measured during the test. Strength-stress relations are given with tables. The results demonstrated that wrapping cylinder samples under axial loading with CFRP or GFRP increased their strength and ductility.

ÖZET

Bu çalışmada karbon elyaf ve cam elyaf kumaş ile sargılı beton numunelerinin eksenel basınç altında davranışları deneysel olarak incelenmiştir. Deneylerde üç farklı beton sınıfı; C20, C50, C80 , iki kumaş çeşidi Karbon elyaf kumaş (CFRP) ve Cam elyaf kumaş (GFRP), iki farklı sargı sayısı kullanılmıştır. Laboratuvar ortamında hazırlanan 150x300mm ölçülerinde silindirik numunenin sargılı ve sargısız durumları için deneyler yapılmıştır. Deneyler sonucunda her bir beton sınıfı ve kumaş çeşidi için ortalama dayanım değerleri belirlenerek Eksenel Gerilme-Eksenel Şekil değiştirme diyagramları elde edilmiştir. Sonuçlar betonun karbon elyaf ve cam elyaf ile sargılanmasının dayanım ve sünekliği oldukça arttırdığını göstermiştir.

GİRİŞ

Basınç dayanımı yüksek, çekme dayanımı düşük ve gevrek bir malzeme olan betonun sünekliğini arttırmak için çeşitli yöntemler kullanılmıştır. Bu yöntemlerden bazıları içerisine donatı eklemek, çelik, naylon gibi sünek malzemelerden yapılmış lifleri koymak veya yanal deformasyonlarını etriye fret gibi sargılarla, çelik tüple sınırlandırmak olup günümüzde tüm dünyada yaygın olarak kullanılan seçeneklerdendir.

Betonu lifli polimer tüplerle sınırlandırmak veya lifli polimer malzeme olan elyaf kumaşlarla sarmak yapı elemanın depreme dayanıklı olarak yapılmasında veya var olan yapı elemanının

depreme karşı güçlendirilmesinde kullanılabilir.[1]. FRP tüp veya sargı betonun yanal deformasyonunu sınırlandırarak dayanım ve düktiliteyi önemli ölçüde artırır. [1, 2]. Beton dolu FRP tüpler köprü ayaklarında, güç iletim hatlarında yer altı yapılarında özellikle korozyona karşı koruma sağlarlar.[3] FRP sargılama ise onarımdan güçlendirmeye bir çok alanda kullanılır. FRP sargıların beton yapı elemanı üzerinde sınırlama etkisi betonun dayanımına, lif ve epoksinin özelliklerine , sargının kalınlığına, kesitin biçimine ve narinliğe bağlı olarak değişir.[2] Elyaf sargılı betonla ilgili yapılmış farklı çalışmalar son yıllarda hızla artmaktadır. Bunlardan . Özbakkaloglu Daire, dikdörtgen ve kare kesitli beton dolu 92 adet beton dolu FRP numuneyi test ederek beton dayanımı, FRP tüp malzemesinin türü, tüplerin üretim metodu ve numune boyutlarının basınç dayanımı üzerindeki etkilerini incelemiştir. Kesitin şekli, beton sınıfı , tüp malzemesinin cinsinin basınç dayanımı üzerinde oldukça etkili olduğunu, numune boyutunun ise basınç dayanımı üzerinde daha az etkili olduğunu göstermiştir.[4]. Flisak ve arkadaşları 60-67Mpa dayanıma sahip betonla dolu 1.75-1.80m arasında değişen boya sahip GFRP numuneleri eksenel yük ve eğilme etkisinde test etmişlerdir. Boyuna doğrultuda yerleşen liflerin eğilme dayanımı ve düktiliteyi arttırırken enine doğrultuda yerleşen liflerin eksenel basınç dayanımını arttırdığını göstermiştir[5].Sangeetha ve Sumathi çalışmalarında eksenel basınç altında GFRP sargılı beton kolonların davranışını incelemişlerdir. 21 adet 150mm çapında 300mm boyunda silindir numune 7 günlük küre geriye kalan 21 numune 28 günlük küre tabi tutulmuş, GFRP nin sargı sayısı ve kür süresi arttıkça dayanımın arttığı gözlenmiştir[6].1 m yüksekliğinde toplam 15 adet Daire, kare ve dikdörtgen kesitli betonarme kolonların dıştan GFRP ile güçlendirilmesi Raval ve Dave tarafından incelenmiştir. 9 adedi referans olmak üzere kalan 6 adedinde kare ve dikdörtgen kesitlerin köşe bölgelerine 20mm çap verilerek GFRP ile sargılanmıştır. Dairesel kesit dayanım ve eksenel deformasyon yönünden diğer kesitlere göre daha iyi bir davranış sergilediği görülmüştür.. Ayrıca kolonu sadece sargılayarak orijinal kolon boyutlarını değiştirmeden yük taşıma kapasitesini arttırmıştır.[7]

DENEYSEL ÇALIŞMA

Bu çalışmada da standart beton silindir numunelerin kullanılan sargı sayısına ve beton sınıfına bağlı olarak sargılı beton numunelerin mekanik özellikleri deneysel olarak araştırılmıştır

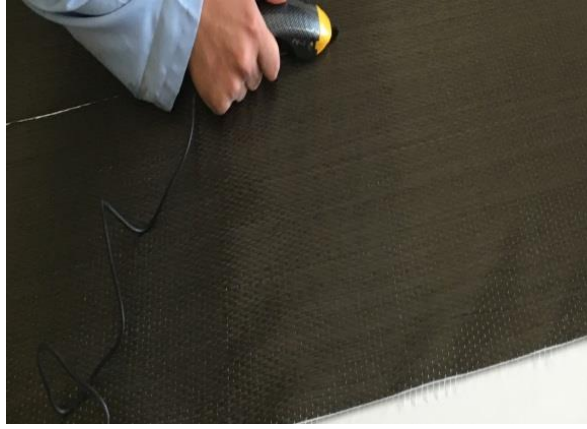
C20, C50, C80 olmak üzere üç farklı beton sınıfı için 150x300mm ölçülerinde 45 adet silindir beton numune Bozok Üniversitesi Yapı ve malzeme laboratuvarlarında hazırlanmıştır. Elek analizi yapılması ve gronülometri eğrisinin belirlenmesiyle hazırlanan karışım hesabı gözönüne alınarak belirlenen agrega, çimento, ve su miktarları kullanılarak beton karışımı hazırlanmıştır. Hazırlanan beton 150x300mm ölçülerinde boş silindir kalıplar içerisine 3 defasında ve her defasında 25 kez şişlenerek doldurulmuştur. Daha sonra beton içerisindeki boşluğun en aza indirilmesi için sarsma tablasında sarsılarak sıkıştırılmıştır. Beton numuneler döküldükten bir gün sonra prizini alması için kür havuza konulmuş 28 gün sonra çıkarılmıştır. Kuruması için oda sıcaklığında bekletilmiştir. Betonların hazırlanmasından sonra karbon elyaf ve cam elyaf kumaşlar 300mm eninde ve 600 mm boyunda kesilerek hazırlanmışlardır. Kumaşların kesimi için şarzlı kevlar makası kullanılmıştır.

Her bir beton sınıfı için numunelerden her birinin üçer adedi toplamda 9 adedi referans numunesi olarak ayrılmıştır. Kalan numunelerden her bir beton sınıfından 3 adedi tek kat karbon elyaf, 3 adedi çift kat karbon elyaf, 3 adedi tek kat cam elyaf ve 3 adedi iki kat cam

elyaf ile olmak üzere üç farklı beton sınıfı, iki farklı sargı türü, ve iki farklı sargı katı sayısı için toplamda 36 adet sargılı beton numunesi hazırlanmıştır. Sargılama sırasında 130mm bindirme boyu alınmıştır. Sargılamada tek eksenli karbon elyaf kumaş ve tek eksenli cam elyaf kumaş ve çift bileşenli epoksi kullanılmıştır. (Şekil 1).



(a)



(b)

Şekil1. a) Cam Elyaf Kumaş b) Karbon Elyaf Kumaş

Çift bileşenli epoksi firmanın önerdiği 4:1 oranında epoksi reçinesi ve sertleştiricisinin düşük devirli matkap yardımı ile karıştırılarak hafif zımparalanmış beton silindir numunelere mala ve boyacı silindiri yardımıyla sürülmüş ve kumaşlar tek kat veya iki kat olarak sarılmıştır. İki katın arasına da epoksi karışımı sürülmüştür. 130mm bindirme yapılmıştır. Dış yüzeye de ortam koşullarından koruma amaçlı ince bir kat epoksi karışımı sürülerek kurumaya bırakılmıştır.



(a)



(b)

Şekil 2. a) Cam elyaf kumaşın beton numuneye sarılması

b) Karbon elyaf sargılı beton numunenin test cihazına yerleştirilmesi

İyice kurutulan numuneler 500 tonluk preste eksenel basınç altında test edilmişlerdir.

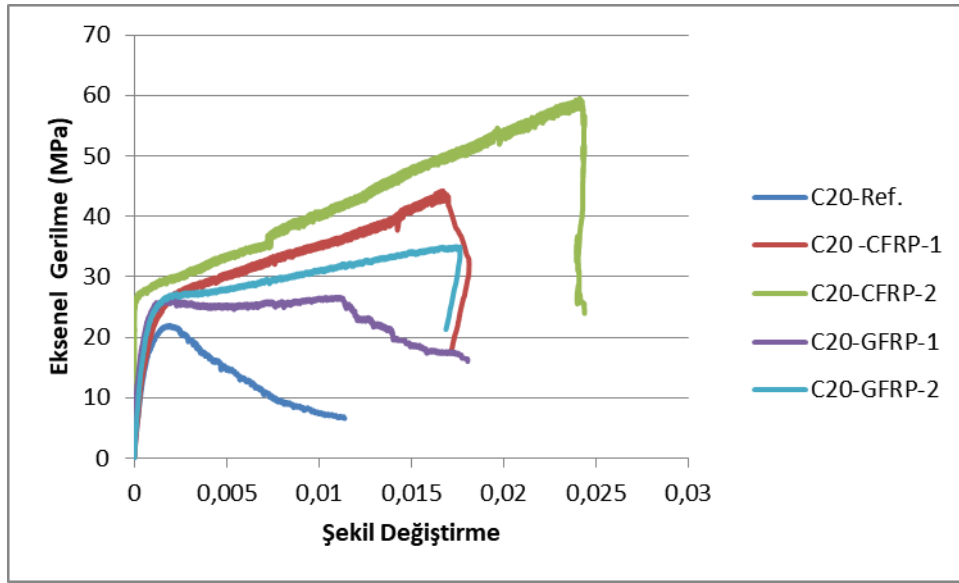
DENEYSEL SONUÇLAR

Gerilme –şekil değiştirme diyagramlarının incelenmesinden betonun sargılamasının dayanım, ve süneklilik değerlerinin arttırdığı ve bu artışın özellikle beton dayanımı düştükçe daha iyi gözlemlendiği görülmüştür. Sargılı ve sargısız betonun nihai dayanımları incelendiğinde C20 betonunu tek kat karbon elyaf ile sargılamının dayanımda %100,9 şekil değiştirme kapasitesinde % 615 iki kat sargılamının ise dayanımda %170,454 şekil değiştirme kapasitesinde%941 artış sağladığı görülmüştür . Tek kat cam elyaf sargı uygulanması durumunda %21,36 iki kat cam elyaf sargılanması durumunda ise%59 dayanım artışı sağladığı ve şekil değiştirme kapasitesinde tek kat sargı için %344 , iki kat sargı için %608 artış sağladığı görülmektedir. .(Şekil 3).

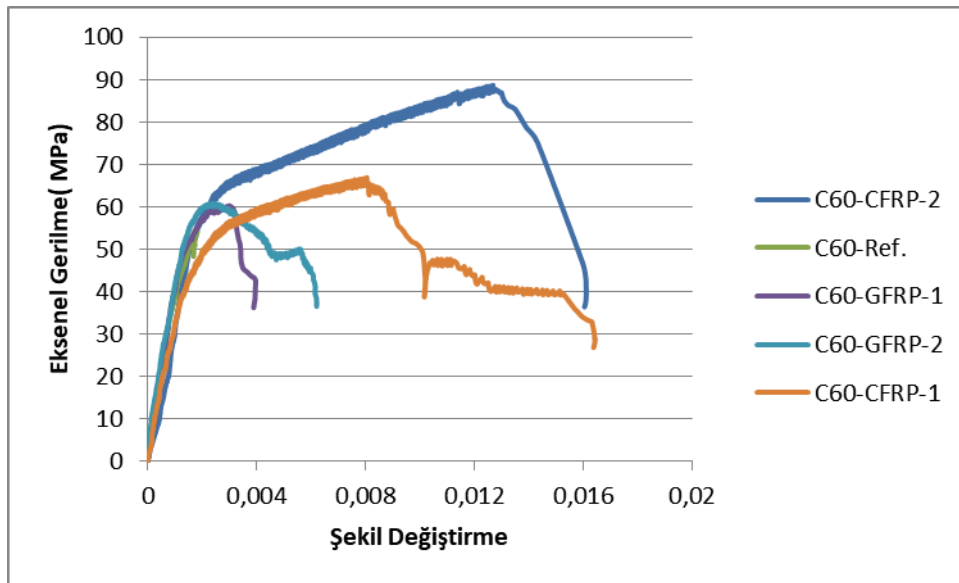
C50 betonunun karbon elyaf ile sargılanması durumunda sargının tek kat olması halinde %22,75, iki kat olması durumunda da %62,54 dayanım artışı elde edilmiştir. Sargılamının tek kat cam elyaf ile yapılması durumunda dayanım artışı %10,64 olurken iki kat cam elyaf sargı durumunda dayanım artışı % 11,496 olmuştur. Şekil değiştirme kapasitelerinde ise tek kat karbon elyaf ve çift kat karbon elyaf sargı durumunda sırasıyla % 22,75ve %62,56 artış hesaplanmıştır. (Şekil 4)

Karbon elyaf sargılı C80 betonu incelendiğinde sargının tek kat olması durumunda %16,5 iki kat olması durumunda%25,967 dayanım artışı kaydedilirken C80 betonunun tek kat cam elyafla sargılanması nedeniyle dayanımında %5,12 lik ve iki kat sargılanması durumunda da % 11,485 lik bir artış gözlenmiştir. Süneklilik artışı ise tek kat karbon elyaf sargı durumunda %16,5 iki kat karbon elyaf sargı durumunda ise %25,967 olarak bulunmuştur.

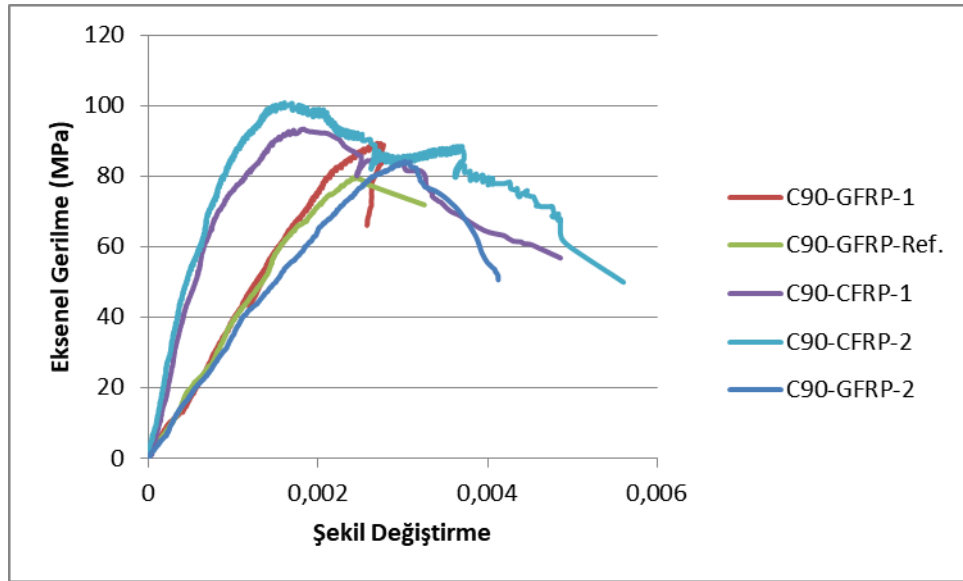
Yapılan deneylerden betonu sargılayarak yanal deformasyonlarını sınırlandırmak beklenildiği gibi dayanım ve sünekliliği önemli ölçüde arttırdığı ve bu artışın beton dayanımı ile ters orantılı olduğu görülmüştür. Sargılı beonlar nihai dayanıma ulaştıklarında numunenin orta bölgelerinde sargı malzemesi koparak ikiye ayrılmıştır. Gerilme-Şekil değiştirme değişimleri ile ilgili grafikler her beton sınıfı için ortalama olarak verilmiştir.



Şekil 3. Sargılı ve sargısız C20beton numunelerinin gerilme-şekil değişirme diyagramları



Şekil 4. Sargılı ve sargısız C50 beton numunelerinin gerilme-şekil değişirme diyagramları



Şekil 5. Sargılı ve sargısız C80 beton numunelerinin gerilme-şekil değiştirme diyagramları

Tablo1 Referans betonlarının dayanımları

Numune İsmi	Alan (mm ²) A	Yük (kN) P	Dayanım (MPa) f_{co}	Şekil Değişirme mm/mm
C20-Ref	17668	388,732	22	0,002309
C55-Ref	17668	963,413	54,5	0,00179
C80-Ref	17668	1414,610	80,1	0,00245

Tablo2 Sargılı betonların dayanımları

Numune İsmi	Alan A (mm ²)	Nihai Yük P (kN)	Nihai Dayanım f_{cu} (MPa)	Nihai Şekil Değiştirme ϵ_y mm/mm
C20-CFRP-1	17668	781,706	44,2	0,016516
C20-CFRP-2	17668	1051,960	59,5	0,024056
C50-CFRP-1	17668	1182,010	66,9	0,07956
C50-CFRP-2	17668	1566,210	88,6	0,012678
C80-CFRP-1	17668	1649,200	93,3	0,001834
C80-CFRP-2	17668	1782,230	109,9	0,001828
C20-GFRP-1	17668	470,892	26,7	0,010816
C20-GFRP-2	17668	618,809	35	0,017413
C50-GFRP-1	17668	1064,870	60,3	0,003003
C50-GFRP-2	17668	1074,100	60,8	0,002438
C80-GFRP-1	17668	1487,210	84,2	0,003084
C80-GFRP-2	17668	1578,540	89,3	0,005163

SONUÇLAR

Bu çalışmada yanal deformasyonları tek doğrultulu karbon ve cam kumaşlarla sınırlandırılmış betonların aksinel basınç altındaki davranışları incelenmiştir. Sargılı betonun davranışı sargı malzemesine, sargı sayısına ve betonun basınç dayanımına bağlı olarak değişmiştir. Yanal deformasyonların sınırlandırılması betonun dayanım ve şekil değiştirme kapasitesini arttırmıştır. Bu artışın oranı betonun basınç dayanımı arttıkça azalmıştır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma 2015MMF/A191 nolu BAP projesinden hazırlanmıştır. Verdikleri destekten dolayı Bozok Üniversitesi BAP birimine teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- [1] T. Ozbakkaloglu, J.C. Lim, T. Vincent, FRP- confined concrete in circular sections: Review and assessment of stress-strain models. *Engineering Structures* (2013). 49, 1068-1088.
- [2] A Mirmiran, M. Shahawy, M. Samaan, H., El Echary, Effect on Column parameters on FRP-confined concrete, *Journal of Composite for Construction* (1998), 2, 4, 175-185.
- [3] A.Fam, B., S. Rizkalla, Behaviour of axially loaded concrete-filled circular FRP tubes, *ACI Structural J* (2001) 98, 3, 280–289.
- [4] Ozbakkaloglu T., Compressive Behaviour FRP Tube Columns : Assessment of Critical Column Parameters, *Engineering Structures* (2013) 51, 188-199.
- [5] Flisak B., Fam A.Z., Rizkalla S.H., Beam Column Behaviour of Concrete Filled Circular FRP Tubes,
- [6] Sangeetha P., Sumati R., Behaviour of Glass Fiber Wrapped Concrete Columns Under Uniaxial Compression, *International Journal of Advanced Engineering Technology* (2010) 74-83.
- [7] Wang F.Y., Wu H.L., Experimental Investigation on Square High Strength Concrete Short Columns Confined with AFRP Sheets, *Journal of Composites for Construction* (2010) 14, 3, 346-351.